

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-000583

(43)Date of publication of application : 09.01.1996

(51)Int.Cl.

A61B 5/0245

(21)Application number : 06-140201

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 22.06.1994

(72)Inventor : ARIIZUMI MASAHIRO

NISHIDA HIROSHI

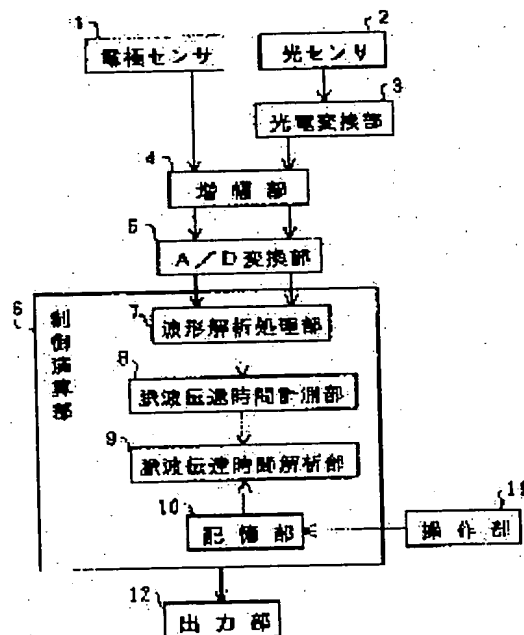
OISHI MASAYA

(54) APPARATUS FOR MONITORING PULSE WAVE TRANSMISSION TIME

(57)Abstract:

PURPOSE: To easily recognize the state change of a patient in an early period.

CONSTITUTION: This apparatus has an electrode sensor 1 which detects an electrocardiogram signal and an optical sensor 2 which detects the pulse waves of peripheral blood vessels. The apparatus detects the point of the rising time of R waves and the point of the rising time of the peripheral blood vessels. The pulse wave transmission time from the point of the rising time of the R waves until the point of the rising time of the pulse waves is measured at a pulse wave transmission time measuring section 8. The short periodic changes in the pulse wave transmission time, i.e., the fluctuations in PTI per 1 beat are monitored by a pulse wave transmission time analyzing section 9, by which the disorder, etc., of the autonomic nerve system and a change in the vital rhythm are detected. The long-term changes of the pulse wave transmission time, i.e., the fluctuations of the PTI over several hours to several days are monitored, by which a symptom of an exacerbation in the circulatory state, such as abrupt drop of the blood pressure, is detected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-583

(43)公開日 平成8年(1996)1月9日

(51)Int.Cl.⁵

A 6 1 B 5/0245

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

7638-2J

A 6 1 B 5/ 02

3 1 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全7頁)

(21)出願番号

特願平6-140201

(22)出願日

平成6年(1994)6月22日

(71)出願人

000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72)発明者

有泉 昌弘

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタカメラ株式会社内

(72)発明者

仁志田 博司

神奈川県厚木市毛利台1丁目17番5号

(72)発明者

大石 昌也

千葉県旭市イの1326番地 第4医師マンシ

ョン102号

(74)代理人

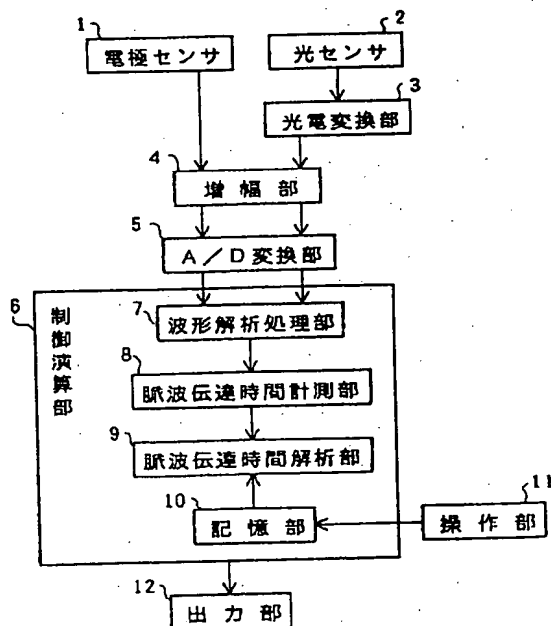
弁理士 小谷 悦司 (外3名)

(54)【発明の名称】 脈波伝達時間監視装置

(57)【要約】

【目的】 患者の状態変化を簡便に、かつ早期に把握する。

【構成】 心電図信号を検出する電極センサ1と、末梢血管の脈波を検出する光センサ2とを備え、波形解析部7でR波の立ち上がり時点及び末梢血管の脈波の立ち上がり時点を検出し、脈波伝達時間計測部8でR波の立ち上がり時点から脈波の立ち上がり時点までの脈波伝達時間を計測する。そして、脈波伝達時間解析部9により、脈波伝達時間の短期的な変化、すなわち1拍毎のPTIの変動を監視することにより、自律神経系の失調等、生体リズムの変化を検出するとともに、脈波伝達時間の長期的な変化、すなわち数時間～数日に亘ってPTIの変動を監視することにより、急激な血圧低下など、循環状態悪化の前兆を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 心電図信号のR波の発生時点を検出するR波検出手段と、末梢血管位置で、上記R波に対応する脈波の立ち上がり時点を検出する脈波検出手段と、上記R波検出時点から上記脈波の立ち上がり時点までの脈波伝達時間を計測する脈波伝達時間計測手段とを備えた脈波伝達時間監視装置において、上記脈波伝達時間の短期変動を監視する第1脈波伝達監視手段と、上記脈波伝達時間の長期変動を監視する第2脈波伝達監視手段と、これらの結果を出力する出力手段とを備えたことを特徴とする脈波伝達時間監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、脈波伝達時間の変動に基づき患者の病態変化を診断する脈波伝達時間監視装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】心臓が収縮し、左心室から血液が大動脈に拍出されると、大動脈内圧に変化が生じ、さらにこの圧変動は末梢動脈に伝達される。このような心臓の血液拍出に伴う血管の拍動変化をグラフにしたものを脈波という。

【0003】従来、頸動脈波と股動脈波から脈波速度を算出し、これを血圧値で補正するようにした大動脈脈波速度測定装置が提案されている（特公昭57-6930号公報）。また、2つの脈波センサで脈波を検出し、検出時間差により脈波伝播速度を算出し、これを血圧値で補正するようにした標準脈波伝播速度を表示する脈波伝播速度自動測定装置が提案されている（特開昭60-220037号公報）。上記両装置は、いずれも動脈の硬化状態の診断を行うようにしたものである。また、心電図信号のR波発生から脈波立ち上がりまでの脈波伝播時間の揺らぎを統計的に解析し、この揺らぎの大きさから自律神経の失調や動脈硬化等の診断を行う動脈波伝播解析装置が提案されている（特公平4-79255号公報）。

【0004】一方、脈波伝達時間により新生児の末梢循環状態の評価が可能であることが明らかにされている（平成4年9月発行の日本新生児学会雑誌第28巻第3号p.511～p.517）。また、末梢循環不全児を対象とし、治療前後の脈波伝達時間を計測すると、末梢循環状態の改善に伴い脈波伝達時間が延長することが明らかにされている（第38回未熟児新生児学会1993.10.27～29）。

【0005】一般に、脈波伝達時間の絶対値は、例えば身長差に起因する動脈起始部から末梢血管までの距離の差や、動脈硬化の進行等による血管壁の性状や厚さ等、個人による差が大きく、実用価値が乏しい。しかし、上記従来例に示すように、脈波伝達時間の変化が、自律神経の失調等や末梢循環の状態変化の指標となることが知

られている。

【0006】また、従来、交感神経及び副交感神経からなる自律神経による生体リズムの指標として、瞬時心拍が研究されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開昭60-220037号公報及び特公昭57-6930号公報記載の装置は、動脈の硬化状態の診断を行うために脈波速度を求めるものに過ぎない。また、上記特公平4-79255号公報記載の装置は、動脈硬化等の診断を行うために脈波伝播時間の揺らぎの大きさを観察するもので、特に患者の脈波伝播時間の変化量で末梢循環状態の定量化を行うものではない。

【0008】また、上記日本新生児学会雑誌第28巻第3号における発表は、新生児の末梢循環状態を定量的に評価しようとするものではない。また、上記第38回未熟児新生児学会における発表は、末梢循環状態を評価するために脈波伝達時間の具体的な指標値を定量化しようとするものではない。

【0009】また、上記瞬時心拍だけでは、自律神経による生体リズムを把握するためには情報として不完全で、実用化されていない。

【0010】このように、患者の状態の評価は、専ら医師や看護婦の経験に頼っているのが現状である。しかし、脈波伝達時間と、自律神経の失調や末梢循環状態等の病態変化との関係を具体的に定量化し、脈波伝達時間の変化を監視すれば、このような病態変化を簡便に、かつ早期に把握することができ、より迅速に適切な処置を行うことが可能となる。

【0011】本発明は、上記問題を解決するもので、脈波伝達時間の短期的及び長期的レベルでの変化を監視し、患者の状態変化を簡便に、かつ早期に把握する脈波伝達時間監視装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、心電図信号のR波の発生時点を検出するR波検出手段と、末梢血管位置で、上記R波に対応する脈波の立ち上がり時点を検出する脈波検出手段と、上記R波検出時点から上記脈波の立ち上がり時点までの脈波伝達時間を計測する脈波伝達時間計測手段とを備えた脈波伝達時間監視装置において、上記脈波伝達時間の短期変動を監視する第1脈波伝達監視手段と、上記脈波伝達時間の長期変動を監視する第2脈波伝達監視手段と、これらの結果を出力する出力手段とを備えたものである。

【0013】

【作用】本発明によれば、心電図信号のR波の発生時点が検出され、末梢血管の脈波の立ち上がり時点が検出されて、R波発生時点から脈波の立ち上がり時点までの脈波伝達時間が計測される。そして、脈波伝達時間の例えば1拍や数拍毎の短期変動が検出される。この短期変動

に基づいて、被測定者の生体リズムの変動が把握される。また、脈波伝達時間の例えば 1 分や 100 拍毎の長期変動が検出される。この長期変動に基づいて、被測定者の末梢循環状態が把握される。これらの結果は、出力手段により表示され、または記録される。これにより、被測定者の状態把握が容易になされることとなる。また、これらの結果に基づいて、被測定者の状態を判断する判断手段を付加してもよい。

【0014】

【実施例】以下、本発明に係る脈波伝達時間監視装置の一実施例について、図面に基いて説明する。図 1 は本発明に係る脈波伝達時間監視装置の全体構成を示すブロック図である。

【0015】電極センサ 1 は、例えば圧電素子からなり、被測定者の胸部又は他の生体部位に装着され、導出される心電図信号を検出するものである。光センサ 2 は、被測定者の指先等の末梢血管部分に装着され、脈波信号を検出するもので、プレシスモグラフ等で構成されている。光電変換部 3 は、光センサ 2 の出力を電気信号に変換するものである。

【0016】増幅部 4 は、電極センサ 1 及び光センサ 2 で検出された心電図信号及び脈波信号の増幅処理を行うものである。A/D 変換部 5 は、増幅部 4 で増幅された上記両アナログ信号を一定時間間隔で A/D 変換するものである。

【0017】制御演算部 6 は、マイクロコンピュータ等で構成され、この脈波伝達時間監視装置全体の制御を行うもので、波形解析処理部 7、脈波伝達時間計測部 8、記憶部 10 及び脈波伝達時間解析部 9 等から構成されている。

【0018】波形解析処理部 7 は、心電図信号の R 波の発生時点、例えば立ち上がり時点及び脈波信号の立ち上がり時点を検出するものである。心電図信号は、一般に図 2 (a) に示す波形を有して出力される。図 2 (b) はその微分波形を示している。R 波の立ち上がりは、上記微分波形の立ち上がり時点を利用することで、容易に検出することができる。また、この立ち上がり時点を利用して R 波の周期も算出するようにしている。なお、心電図信号としては、R 波のピーク時点を検出するようにしてもよい。この場合には、R 波のピークは、図 2 (b) に示す微分波形のピーク後のレベルゼロの点として表わされるので、ゼロクロス検出により容易に検出することができる。

【0019】また、脈波信号は、一般に図 3 に示す波形を有して出力される。従って、脈波信号の立ち上がり点 A は、基線以下のレベルから立ち上がりに転じた点を算出することにより容易に検出することができる。

【0020】なお、通常、例えば幼児で R 波周期 400 ~ 600 ms 前後に対して脈波伝達時間は 100 ~ 250 ms であり、また一般の大人でも、R 波周期 600 ~

1000 ms 前後に対して心臓から測定点までの距離 1 m 当たり脈波伝達時間は 350 ms 以下である。従って、特定の R 波信号に対応する末梢血管位置での脈波信号は、次の R 波信号の発生までに確実に検出される。

【0021】また、図 2、図 3 は説明の便宜上のものであり、実際には波形解析処理部 7 で、例えば連続するサンプリング値を比較し、その大小からそれぞれの点が求められる。また、A/D 変換部 5 の時系列信号で直接求めてもよく、一旦メモリに取り込んでから記憶データをチェックして求めてもよい。

【0022】脈波伝達時間計測部 8 は、瞬時脈波伝達時間を「瞬時脈波伝達時間 = 脈波信号の立ち上がり時刻 - R 波の立ち上がり時点またはピーク時刻」によって算出するものである。記憶部 10 は、算出された上記時間差データや下記各種データを記憶する RAM や、この装置の制御プログラム及び後述する演算式等を記憶する ROM 等からなる。操作部 11 は、各種データを入力するものである。

【0023】脈波伝達時間解析部 9 は、脈波伝達時間 (以下、PTI (Plethysmo Time Interval) という。) の短期的な変化、すなわち 1 拍毎の PTI の変動を監視することにより、自律神経系の失調等、生体リズムの変化を検出するものである。この生体リズムとしては、例えば、体温調節に関係した末梢血管の運動リズム = 0.05 Hz、血圧調節系が有する血管運動のリズム = 0.1 Hz、呼吸リズム = 0.2 ~ 0.3 Hz 等が知られている。

【0024】また、脈波伝達時間解析部 9 は、PTI の長期的な変化、すなわち数時間 ~ 数日に亘って PTI の変動を監視することにより、急激な血圧低下など、循環状態悪化の前兆を検出するものである。

【0025】このように、脈波伝達時間解析部 9 は、脈波伝達時間計測部 8 で算出された脈波伝達時間を解析することにより、自律神経系や末梢循環系の病態変化を、簡便に、かつ早期に検出することを可能にするものである。

【0026】出力部 12 は、例えば CRT で構成され、心電図信号や脈波信号の信号波形や、脈波伝達時間解析部 9 の解析結果などを、グラフや数値等を用いて表示するものである。なお、出力部 12 には、プロッタやマルチペンレコーダ等の記録装置を付加し、解析結果などを記録するようにしてもよい。

【0027】次に、この脈波伝達時間監視装置により、PTI の短期的な変化を監視する場合について説明する。

【0028】脈波伝達時間解析部 9 は、微分 PTI を「微分 PTI = 瞬時 PTI - 前回の瞬時 PTI」によって、微分 PTI を瞬時 PTI で正規化した正規化微分 PTI を「正規化微分 PTI = 微分 PTI / 瞬時 PTI」によって、瞬時 PTI を R 波周期で正規化した正規化瞬

時PTIを「正規化瞬時PTI=瞬時PTI/R波周期」によって、それぞれ算出する。

【0029】また、各生体リズムに応じた基準時間毎の移動平均値及び各PTIの標準偏差を算出する。基準時間は、例えば血圧調節系の生体リズムであれば、10秒または10拍程度にすればよい。また、体温調節系であれば、20秒または20拍程度にすればよい。また、全体的な生体リズムでは、1分または100拍を基準とするのが適切である。なお、これらは、患者やその病状により、医師等が選択して設定することが望ましい。

【0030】そして、出力部12には、図4に示すように、心電図信号Aや脈波信号Bの信号波形とともに、瞬時PTI、微分PTI、正規化瞬時PTI等が数値表示される。また、1拍毎のデータがグラフとともに表示される。また、各データの時間推移が、例えば20分程度に亘ってトレンドグラフとして表示される。

【0031】次に、PTIの短期的な変化を監視する動作手順について、図5のフローチャートを用いて説明する。

【0032】まず、心電図信号よりR波の立ち上がり点を検出し、その時刻を記憶して(#1)、前回のR波の立ち上がり時刻から、R波周期を算出する(#2)。続いて、脈波信号より脈波の立ち上がり点を検出し、その時刻を記憶する(#3)。

【0033】次に、ステップ#1、#3で記憶された時刻から、瞬時PTIを求め(#4)、この瞬時PTIと前回の瞬時PTIとから微分PTIを求めるとともに、正規化微分PTIを求める(#5)。次いで、正規化瞬時PTIを求め(#6)、平均値及び標準偏差を求める(#7)。そして、それらの結果を出力部12に出力する(#8)。

【0034】このように、1拍毎のPTIのリズムの変化から病態変化が見出せる場合には、微分PTIにより、異常を容易に判別することができる。特に、不整脈が発生する、または不整脈が頻繁に起こる患者及び呼吸リズムに異常を有する患者は、微分PTIを監視することにより、異常の発生を迅速に発見することができる。

【0035】また、R波周期もPTIと同様なリズムを有するため、R波周期で正規化された正規化瞬時PTIは、正常状態においては安定した値が得られる。しかし、生体の自律神経等に異常が生じると、PTIとR波周期とのリズムのバランスが崩れ、正常時の値からずれた値となるため、正規化瞬時PTIを監視することにより、病態変化を容易に把握することができる。

【0036】また、正規化微分PTIを監視し、各年令における標準値と比較することにより、その患者の状態を評価することができる。

【0037】また、各生体リズムの振幅、すなわち標準偏差を、標準値と比較したり、その変動を把握することにより、各生体リズムの異常を検出することができる。

また、標準偏差を平均PTIで正規化した「標準偏差/平均PTI」を求めるようにしてもよい。これらの値により、種々の生体リズムの中で、上記基準時間に応じた特定の種類の異常が生じる場合に、単に全体的な病態異常ではなく、その患者に応じた生体リズムの変化を適切に捉えることができるので、迅速に異常を検出することができる。

【0038】また、過去の一定期間のデータをフーリエ解析することにより、血圧調整系等の生体リズムの周波数や、その変動を得ることができ、症状の変化を監視することができる。

【0039】なお、以上説明した各データについて、それぞれ限界値を設定し、各データがこの限界値を超えた場合に、出力部12により、画面に警告を表示したり、音声で警告を報知するようにしてもよい。これによって、患者の状態を容易に判断することができる。

【0040】次に、この脈波伝達時間監視装置により、PTIの長期的な変化を監視する場合について説明する。

【0041】脈波伝達時間解析部9は、1拍毎の瞬時PTIから所定期間毎に平均PTIを算出するとともに、この平均PTIが所定レベル以上の傾斜で急激に低下したことを検出するものである。

【0042】1拍毎の瞬時PTIには、種々の生体リズムによりばらつきが存在する。従って、このばらつきを打ち消すために、所定期間内に得られた瞬時PTIから平均PTIを算出することが必要になる。

【0043】発明者らによる臨床試験によれば、この期間は、1、2分または100拍程度が適当であることが明らかになった。また、実際に透析患者等に生じるPTIの急激な低下は、10分程度に亘って継続するというデータが得られている。従って、平均PTIを算出する所定期間は、1、2分または100拍程度とすることにより、このような変化に十分対応することができる。

【0044】また、平均PTIは、血圧変動等の影響により、緩やかな上昇や下降を繰り返すことがあるので、単に下限値を設定し、それに対する上下を検出するのではなく、所定レベル以上の傾斜での急激な低下を検出すると、異常状態と判別するようにしている。

【0045】この平均PTIの急激な低下は、図6に示すように、過去の複数個の平均PTIより近似直線を求め、その傾きの絶対値と基準直線の傾きの絶対値とを比較することにより検出している。例えば、図6(a)では、近似直線Aの傾きの絶対値は、基準直線Sの傾きの絶対値より小さいので、正常状態であることを示している。一方、図6(b)では、近似直線Bの傾きの絶対値は、基準直線Sの傾きの絶対値より大きいので、異常状態であることを示している。

【0046】なお、平均PTIの急激な低下の検出方法は、上記に限られない。例えば、図7に示すように、平

均PTIから所定個数毎に近似直線を求め、前回との傾きの絶対値の比を算出し、その比が所定値s以上かどうかを判別するようにしてもよい。図7において、近似直線C、D、Eの傾きの絶対値をそれぞれc、d、eとすると、近似直線Dの段階では、 $d/c \leq s$ で正常状態と判別され、近似直線Eの段階では、 $e/d > s$ で異常状態と判別される。

【0047】そして、出力部12には、図8に示すように、心電図信号Aや脈波信号Bの信号波形とともに、平均PTIや、その近似直線の傾き等を数値表示する。また、平均PTIの時間推移が、例えば2時間程度に亘ってトレンドグラフとして表示される。

【0048】また、出力部12は、平均PTIの急激な低下が検出されると、画面にその旨を警告する表示を行う。この警告は、音声で行うようにしてもよい。

【0049】次に、PTIの長期的な変化を監視する動作手順について、図8のフローチャートを用いて説明する。

【0050】まず、心電図信号よりR波の立ち上がり点を検出し、その時刻を記憶する(#11)。続いて、脈波信号より脈波の立ち上がり点を検出し、その時刻を記憶する(#12)。次いで、ステップ#11、#12で記憶された時刻から、瞬時PTIを求めて記憶し(#13)、所定期間の瞬時PTIから平均PTIを求める(#14)。

【0051】次に、ステップ#14で算出された平均PTIの急激な低下が検出されたかどうかを判別する(#15)。そして、急激な低下が検出されていなければ(#15でNO)、ステップ#17に進み、一方、急激な低下が検出されていれば(#15でYES)、その旨の警告動作を行い(#16)、平均PTIなどの各データを出力部12に表示する(#17)。

【0052】このように、平均PTIを数時間～数日の長期間に亘って監視することにより、急激な血圧低下など、循環状態が悪化する前兆を捉えることが可能となるので、非常に有用である。特に、末梢循環不全の患者や、人工透析や薬物投与等により循環不全、急激な血圧低下によるショック等が心配される患者に対して、より早期に病態を把握することが可能になり、医師や看護婦が適切な処置を行うことができる。

【0053】また、実際には、このような平均PTIの急激な低下の後で、続いて急激な血圧低下が生じることがある。この場合には、血圧に影響される平均PTIが、10分～15分後に低下前の値に戻ることもある。しかしながら、本実施例によれば、平均PTIの急激な低下を自動的に検出するので、病態悪化の前兆を見逃すことがない。また、医師や看護婦は、患者に常に付き添っている必要がない。

【0054】また、平均PTIの急激な低下を検出すると警告するようにしたので、すぐに適切な処置を施すこ

とができる。

【0055】このように、PTIの変化を身長や血圧で補正することなく監視し、その急激な低下を捉えることにより、より早期に、かつ簡便に病態変化を把握することができる。

【0056】なお、平均PTIに代えて、所定期間における瞬時PTIの最大値と最小値との平均値や中央値を用いて、急激な変化を検出するようにしてもよい。

【0057】上記のように、PTIの短期的及び長期的な変化の双方を監視することにより、患者の生体リズムの変化による末梢循環系への影響等を把握することができる。例えば、自律神経系の失調等に対する処置として薬物投与を行った場合に、その効果や副作用等の発生を監視することができる。

【0058】すなわち、薬物が投与されると、生体リズムの変化が起こり、その後、安定した変動を回復する。一方、投与された薬物が適量を超えた場合等には、生体リズムは、安定した変動を回復した後、急激な生体変化について行けず、ショック症状を伴うことがある。この場合に、PTIの変化を監視することにより、早期にショック症状などの副作用を診断することができる。

【0059】また、逆に精神的要因で自律神経系の失調等が生じた場合には、PTIが短期的にも長期的にも、同時に変動が大きくなる場合がある。従って、これらのことを総合的に監視することが必要になってくる。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、脈波伝達時間の短期及び長期変動を監視するようにしたので、自律神経の失調などや末梢循環の悪化、血圧低下及びショック等の病態変化を、簡便に、かつ早期に把握することができる。また、その結果を出力するようにしたので、病態変化を容易に把握することができる。従って、医師、看護婦などが、より迅速に適切な処置を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る脈波伝達時間監視装置の構成を示すブロック図である。

【図2】(a)は心電図信号の一例を示す波形図、(b)は(a)が微分された出力を示す波形図である。

【図3】脈波信号の一例を示す波形図である。

【図4】脈波伝達時間の短期的な変化を監視する場合の表示画面例を示す図である。

【図5】脈波伝達時間の短期的な変化を監視する場合の動作手順を示すフローチャートである。

【図6】(a)(b)は平均脈波伝達時間の急激な低下を検出する方法の例を示す図である。

【図7】平均脈波伝達時間の急激な低下を検出する方法の別の例を示す図である。

【図8】脈波伝達時間の長期的な変化を監視する場合の表示画面例を示す図である。

【図9】脈波伝達時間の長期的な変化を監視する場合の動作手順を示すフローチャートである。

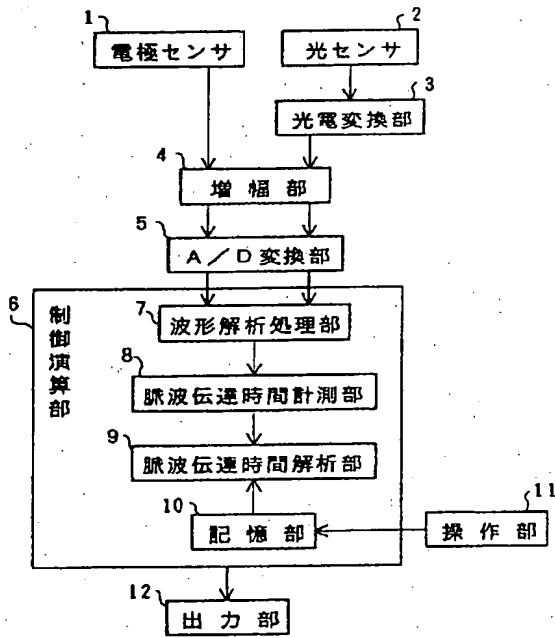
【符号の説明】

- 1 電極センサ
- 2 光センサ
- 3 光电変換部
- 4 増幅部
- 5 A/D変換部

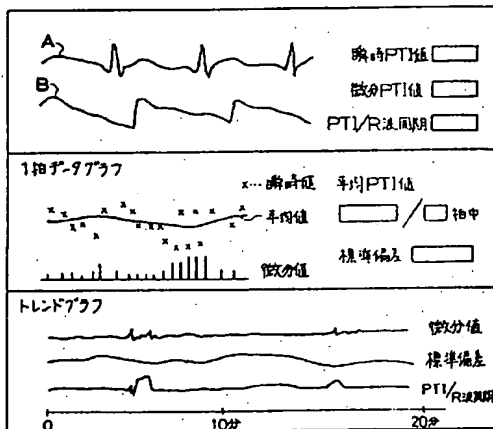
- * 6 制御演算部
- 7 波形解析処理部
- 8 脈波伝達時間計測部
- 9 脈波伝達時間解析部
- 10 記憶部
- 11 操作部
- 12 出力部

*

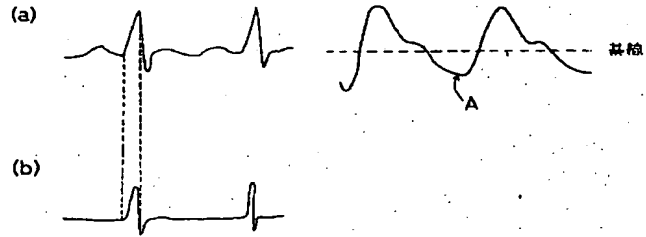
【図1】



【図4】

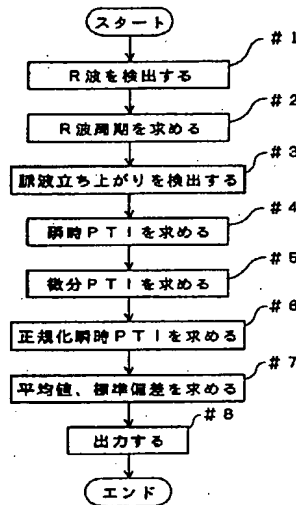


【図2】

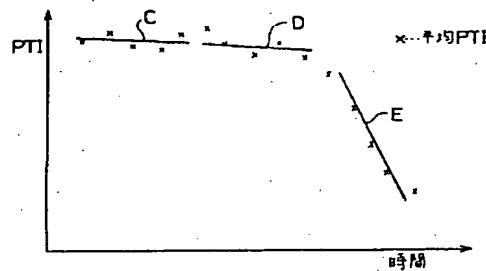


【図3】

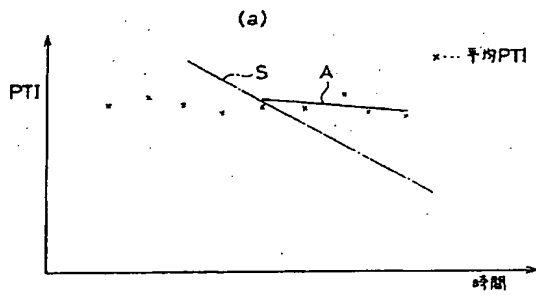
【図5】



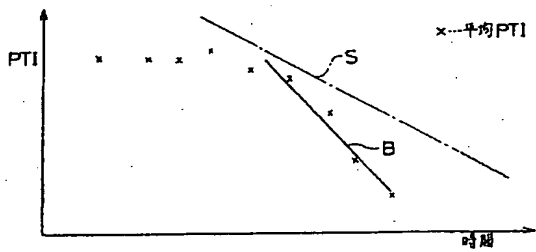
【図7】



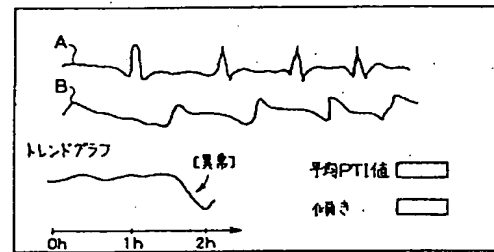
【図6】



(b)



【図8】



【図9】

